



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 31 265 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 02 M 61/16
F 02 M 47/00

⑳ Aktenzeichen: 100 31 265.9
㉔ Anmeldetag: 27. 6. 2000
㉕ Offenlegungstag: 10. 1. 2002

DE 100 31 265 A 1

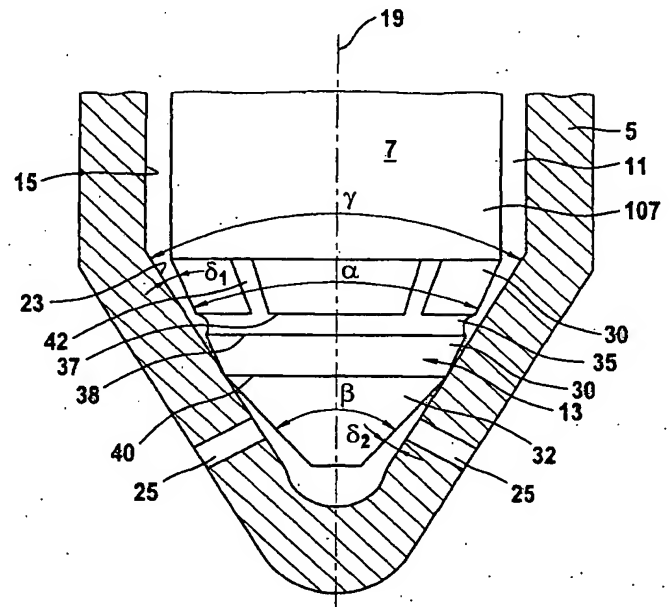
⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Hockenberger, Axel, Bursa, TR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

⑤7 Kraftstoffeinspritzventil mit einem Ventilkörper (5), in dem in einer als Sackbohrung ausgeführten Bohrung (15) ein kolbenförmiges Ventilglied (7) längsverschiebbar geführt ist. An der Bodenfläche der Bohrung (15) ist ein konischer Ventilsitz (23) ausgebildet und wenigstens eine Einspritzöffnung (25), die einen zwischen dem brennraumseitigen Abschnitt (107) des Ventilgliedes (7) und der Bohrung (15) gebildeten Druckraum (11) mit dem Brennraum verbindet. Am brennraumseitigen Ende des Ventilgliedes (7) ist eine Ventilgliedspitze (13) ausgebildet, an der eine erste, an das Ventilglied (7) grenzende Konusfläche (30) und eine zweite, brennraumseitig zur ersten angeordnete Konusfläche (32) ausgebildet sind. Der Konuswinkel (α) der ersten Konusfläche (30) ist kleiner und der Konuswinkel (β) der zweiten Konusfläche (32) ist größer als der Konuswinkel (γ) des Ventilsitzes (23), so daß am Übergang der beiden Konusflächen (30, 32) eine Dichtkante (40) gebildet wird. An der ersten Konusfläche (30) ist eine umlaufende Ringnut (35) ausgebildet, die eine Vergrößerung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers aufgrund der plastischen Verformung von Dichtkante (40) und Ventilsitz (23) auf ein genau definiertes Maß beschränkt (Figur 2).



DE 100 31 265 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Ein solches Kraftstoffeinspritzventil ist aus der Schrift DE 196 34 933 A1 bekannt. Am brennraumseitigen Ende des Ventilgliedes ist eine Ventilgliedspitze angeordnet und an dieser zwei Konusflächen. Eine erste Konusfläche grenzt an den Ventilgliedschaft und weist einen Öffnungswinkel auf, der kleiner als der des konischen Ventilsitzes ist. An die erste Konusfläche schließt sich brennraumseitig eine zweite Konusfläche an, deren Öffnungswinkel größer als der des Ventilsitzes ist, so daß am Übergang der beiden Konusflächen eine Dichtkante gebildet wird, die in Schließstellung des Ventilgliedes durch eine auf das Ventilglied wirkende Schließkraft am Ventilsitz zur Anlage kommt.

[0002] Die Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes wird durch die hydraulische Kraft des Kraftstoffs im Druckraum ausgeübt, der in Schließstellung unter anderem auf die erste Konusfläche wirkt und so eine resultierende Kraft in axialer Richtung auf das Ventilglied bewirkt. Die Dichtkante definiert dabei den hydraulisch wirksamen Sitzdurchmesser des Ventilgliedes und damit bei gegebener Schließkraft den Öffnungsdruck des Kraftstoffs, bei dem das Ventilglied vom Ventilsitz entgegen der Schließkraft abhebt.

[0003] Der Öffnungsdruck des Kraftstoffeinspritzventils hängt einerseits von der auf das Ventilglied wirkenden Schließkraft und andererseits von der hydraulisch wirksamen Fläche des Ventilgliedes ab. Bei einem Kraftstoffeinspritzventil sinkt die Schließkraft durch Relaxationsprozesse im Ventilhaltekörper und in der die Schließkraft erzeugenden Vorrichtung im Betrieb etwas ab. Für ein optimal funktionierendes Kraftstoffeinspritzventil ist es jedoch wichtig, daß der Öffnungsdruck im Betrieb konstant bleibt. Um dem entgegenzuwirken muß sich die hydraulisch wirksame Fläche des Ventilgliedes verkleinern. Dies wird dadurch erreicht, daß die Differenz der Konuswinkel von Ventilsitz und erster Konusfläche kleiner ist als die Differenz der Konuswinkel von zweiten Konusfläche und Ventilsitz. Im Betrieb des Kraftstoffeinspritzventil drückt sich die Dichtkante durch plastische Verformung in den Ventilsitz ein, und die hydraulisch wirksame Dichtkante verlagert sich von der ursprünglichen Dichtkante zum Ventilgliedschaft hin. Dadurch vergrößert sich der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser und die damit einhergehende Verringerung der in Öffnungsrichtung wirkenden Fläche kompensiert wenigstens teilweise die abfallende Schließkraft, so daß der Öffnungsdruck weitgehend konstant bleibt. Bei gleichbleibender Schließkraft erhöht sich entsprechend der Öffnungsdruck.

[0004] Bei den bekannten Ventilgliedern läßt sich jedoch nicht vorherbestimmen, wie weit sich der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser des Ventilgliedes im Betrieb ändert und damit, wie stark sich die in Öffnungsrichtung wirkende Fläche vergrößert. Um einigermaßen reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen, müssen deshalb sowohl die Konusflächen als auch der Ventilsitz sehr exakt und damit kostenintensiv gefertigt werden.

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß sich der resultierende Öffnungsdruck des Kraftstoffeinspritzventils im Betrieb

nicht oder nur unwesentlich ändert. An der ersten Konusfläche ist eine umlaufende Ringnut ausgebildet, die die Vergrößerung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers begrenzt. Dadurch steigt der Öffnungsdruck des Kraftstoffeinspritzventils bei gegebener Schließkraft durch die Zunahme des effektiven hydraulischen Sitzdurchmessers an, allerdings nur bis zu einem durch die Fertigung leicht bestimm-
baren Wert. Dies kompensiert den Abfall der Schließkraft, der aufgrund von Relaxationsprozessen des Ventilhaltekörpers und des die Schließkraft erzeugenden Mechanismus entsteht. Da die Zunahme des effektiven hydraulischen Sitzdurchmessers durch die Ringnut genau definiert geschieht, können die übrigen Komponenten des Kraftstoffeinspritzventils an diesen Öffnungsdruckanstieg optimal angepaßt werden können.

[0006] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung sind an der konischen Fläche zwischen dem Ventilgliedschaft und der Ringnut Längsnuten angeordnet. Dadurch wird einer Kavitationswirkung in der Ringnut und den damit verbundenen Verschleißproblemen entgegengewirkt. Hebt das Ventilglied sehr schnell vom Ventilsitz ab, kann es zu Beginn der Öffnungshubbewegung dazu kommen, daß der Kraftstoff durch den zwischen der Ventilgliedspitze und dem Ventilsitz gebildeten Spalt nicht schnell genug in die Ringnut strömen kann. Durch die Längsnuten wird der Kraftstoffstrom aus dem Druckraum in die Ringnut verbessert und Kavitationen können nicht oder nur in deutlich reduziertem Ausmaß auftreten.

Zeichnung

[0007] In der Zeichnung ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. Es zeigt die Fig. 1 ein Kraftstoffeinspritzventil im teilweisen Längsschnitt und Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung von Fig. 1 im Bereich des Ventilsitzes.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0008] In Fig. 1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen im teilweisen Längsschnitt gezeigt. Ein Ventilkörper 5 ist mittels eines Spannelements 3 gegen einen Ventilhaltekörper 1 verspannt, welche zusammen eine Düsenhalterkombination bilden, die in Einbaulage in einer in der Zeichnung nicht dargestellten Aufnahmebohrung einer Brennkraftmaschine angeordnet ist. Im Ventilkörper 5 ist eine Bohrung 15 ausgebildet, die als Sackbohrung ausgeführt ist und deren Bodenfläche dem Brennraum zu angeordnet ist. An der Bodenfläche der Bohrung 15 ist ein konischer Ventilsitz 23 mit einem Konuswinkel γ ausgebildet und wenigstens eine Einspritzöffnung 25, die die Bohrung 15 mit dem Brennraum verbindet. In der Bohrung 15 ist ein kolbenförmiges Ventilglied 7 angeordnet, das eine Längsachse 19 aufweist und das mit einem brennraumabgewandten Führungsabschnitt 207 in der Bohrung 15 geführt und so axial beweglich ist. Das Ventilglied 7 verjüngt sich zum Brennraum hin unter Bildung einer Druckschulter 9 und geht in einen Ventilgliedschaft 107 über. Am brennraumseitigen Ende des Ventilgliedes 7 ist eine Ventilgliedspitze 13 angeordnet, die sich zum Brennraum hin verjüngt. Die Druckschulter 9 ist in einem im Ventilkörper 5 ausgebildeten Druckraum 11 angeordnet, der zum Brennraum hin in einen den Ventilgliedschaft 107 umgebenden Ringkanal übergeht und sich bis zur Bodenfläche der Bohrung 15 erstreckt. Im Ventilhaltekörper 1 und im Ventilkörper 5 ist ein Zulaufkanal 17 ausgebildet, der in den Druckraum 11 mündet und über den der Druckraum 11 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist.

[0009] Das Ventilielid 7 wird von einer Schließkraft in Richtung auf den Brennraum zu beaufschlagt. Die die Schließkraft erzeugende Vorrichtung ist dabei im Ventilhalterkörper 1 angeordnet, beispielsweise in Form einer vorgespannten Feder. Es kann auch vorgesehen sein, die Schließkraft durch mehrere Federn zu erzeugen, die abhängig vom Hub des Ventilielides 7 einzeln oder gemeinsam die Schließkraft erzeugen. Außerdem kann auch durch Aufbau eines Drucks im Federraum eine zusätzliche Schließkraft erzeugt werden. Durch diese Schließkraft wird das Ventilielid 7 mit der Ventilielidspitze 13 gegen den Ventilsitz 23 gepreßt, wodurch der Druckraum 11 gegen die Einspritzöffnungen 25 verschlossen wird. Die Öffnungshubbewegung des Ventilielides 7 erfolgt dadurch, daß die hydraulische Kraft des Kraftstoffs im Druckraum 11 auf die Druckschulter 9 und zumindest auf einen Teil der Ventilielidspitze 13 einwirkt. Dadurch ergibt sich eine in axialer Richtung wirkende Öffnungskraft auf das Ventilielid 7 entgegen der Schließkraft. Ist die Öffnungskraft größer als die Schließkraft, so bewegt sich das Ventilielid 7 in der Bohrung 15 vom Brennraum weg und die Ventilielidspitze 13 hebt vom Ventilsitz 23 ab. Die Einspritzöffnungen 25 sind nun mit dem Druckraum 11 verbunden und Kraftstoff wird in den Brennraum eingespritzt. Bei umgekehrtem Verhältnis von Öffnungs- und Schließkraft erfolgt die Schließbewegung des Ventilielides 7 und durch die axiale Bewegung des Ventilielides 7 auf den Brennraum zu kommt die Ventilielidspitze 13 am Ventilsitz 23 zur Anlage und beendet so den Einspritzvorgang.

[0010] In Fig. 2 ist das Ventilielid 7 in Schließstellung im Bereich der Ventilielidspitze 13 dargestellt und der das Ventilielid 7 umgebende Ventilkörper 5 im Längsschnitt. An der Ventilielidspitze 13 ist eine erste Konusfläche 30 ausgebildet, die an den Ventilielidschaft 107 grenzt und einen Konuswinkel α aufweist. Der Konuswinkel α ist dabei kleiner als der Konuswinkel γ des Ventilsitzes 23, so daß zwischen der ersten Konusfläche 30 und dem Ventilsitz 23 ein erster Differenzwinkel δ_1 gebildet wird. An die erste Konusfläche 30 schließt sich an der Ventilielidspitze 13 brennraumseitig eine zweite Konusfläche 32 an, deren Konuswinkel β größer als der Konuswinkel γ des Ventilsitzes 23 ist. Der dadurch gebildete zweite Differenzwinkel δ_2 zwischen der zweiten Konusfläche 32 und dem Ventilsitz 23 ist dabei größer als der erste Differenzwinkel δ_1 . Durch den Übergang von der ersten 30 zur zweiten Konusfläche 32 ist an der Ventilielidspitze 13 eine umlaufende Dichtkante 40 ausgebildet, die in einer Radialebene zur Längsachse 19 des Ventilielides 7 liegt. Die Ventilielidspitze 13 liegt in Schließstellung des Ventilielides 7 mit der Dichtkante 40 am Ventilsitz 23 an, so daß ein dichter Verschluß des Druckraums 11 gegen die Einspritzöffnungen 25 erreicht wird, die brennraumzugewandt zur Anlagestelle der Dichtkante 40 am Ventilsitz 23 in der Bodenfläche der Bohrung 15 angeordnet sind.

[0011] An der ersten Konusfläche 30 ist eine umlaufende Ringnut 35 angeordnet, die in einer Radialebene zur Längsachse 19 des Ventilielides 7 verläuft. Ihr Querschnitt kann kreisbogenförmig sein oder auch eine andere, zweckdienliche Form aufweisen. Beispielsweise kann der Querschnitt durch einen Polygonzug gebildet werden oder Teil einer Ellipse sein. Die Breite der Ringnut beträgt vorzugsweise 0,15 bis 0,5 mm.

[0012] Öffnet das Ventilielid 7 sehr schnell, so kann es dazu kommen, daß sich im Bereich der Ringnut 35 Kavitationen bilden. Deshalb kann es vorgesehen sein, daß die Ringnut 35 durch eine oder mehrere Längsnuten 42 mit dem Ventilielidschaft 107 verbunden ist. Die Längsnuten 42 erleichtern den Zulauf von Kraftstoff aus dem Druckraum 11

in die Ringnut 35 zu Beginn der Öffnungshubbewegung, so daß sich Kavitationen nicht oder in erheblich vermindertem Maß bilden können. Die Längsnuten 42 verlaufen vorzugsweise parallel zu den Mantellinien der ersten Konusfläche 30 und sind, wenn mehr als eine Längsnut 42 vorgesehen ist, vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang des Ventilielides 7 verteilt.

[0013] Die Funktionsweise der erfindungsgemäß ausgestalteten Ventilielidspitze 13 ist wie folgt: In Schließstellung des Ventilielides 7 wird die Dichtkante 40 an den Ventilsitz 23 gepreßt. Damit ist im Prinzip eine Linienberührung gegeben und es treten hohe Spannungen sowohl im Ventilielid 7 als auch im Ventilsitz 23 auf, die zu elastischen und plastischen Verformungen von Ventilielid 7 und Ventilsitz 23 führen, so daß sich im Laufe des Betriebs die Dichtkante 40 in den Ventilsitz 23 eindrückt und eine Flächenberührung vorliegt. Da der erste Differenzwinkel δ_1 kleiner als der zweite Differenzwinkel δ_2 ist, verschiebt sich durch das Eindringen der Dichtkante 40 die hydraulisch wirksame Dichtkante, also die Grenzlinie, bis zu der der Druck des Kraftstoffs im Druckraum 11 in Schließstellung des Ventilielides 7 wirkt, von der Dichtkante 40 in Richtung auf die Ringnut 35. Erreicht die hydraulisch wirksame Dichtkante die untere, dem Brennraum zugewandte Ringnutkante 38, kann sie nicht mehr weiter wandern und die hydraulisch wirksame Dichtkante fällt mit der unteren Ringnutkante 38 zusammen. Durch eine geeignete Auswahl der Materialien von Ventilielid 7 und Ventilsitz 23 kann sichergestellt werden, daß die Ventilielidspitze 13 nicht soweit in den Ventilsitz 23 eingedrückt wird, daß auch die obere, dem Brennraum abgewandte Ringnutkante 37 am Ventilsitz 23 zur Anlage kommt.

[0014] Der Konuswinkel der Ventilsitzes beträgt 55 bis 65 Grad, vorzugsweise etwa 60 Grad. Die Konuswinkel von erster 30 und zweiter Konusfläche 32 sind so ausgebildet, daß die Differenzwinkel δ_1 , δ_2 jeweils weniger als 1,5 Grad betragen. Dabei ist stets der erste Differenzwinkel δ_1 kleiner als der zweite Differenzwinkel δ_2 .

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (5), in dem eine Bohrung (15) angeordnet ist, an deren brennraumseitigen Ende ein konischer Ventilsitz (23) und wenigstens eine Einspritzöffnung (25) angeordnet sind, welche die Bohrung (15) mit dem Brennraum verbindet, und mit einem in der Bohrung (15) geführten, längsverschiebbaren, kolbenförmigen Ventilielid (7), das einen dem Ventilsitz (23) zugewandten Ventilielidschaft (107) aufweist, zwischen dem und der Wand der Bohrung (15) ein mit Kraftstoff befüllbarer Druckraum (11) ausgebildet ist, und welches Ventilielid (7) an seinem brennraumseitigen Ende eine Ventilielidspitze (13) aufweist, an welcher eine erste Konusfläche (30) und eine zweite, sich brennraumseitig an die erste Konusfläche (30) anschließende zweite Konusfläche (32) ausgebildet ist, wobei der Konuswinkel (α) der ersten Konusfläche (30) kleiner und der Konuswinkel (β) der zweiten Konusfläche (32) größer als der Konuswinkel (γ) des Ventilsitzes (23) ist, so daß am Übergang der beiden Konusflächen (30,32) eine umlaufende Dichtkante (40) gebildet wird, die in Schließstellung des Ventilielides (7) am Ventilsitz (23) bezüglich des Kraftstoffflusses zu den Einspritzöffnungen (25) stromaufwärts der Einspritzöffnungen (25) zur Anlage kommt, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der ersten konischen Fläche (30) der Ventilielidspitze (13) eine

umlaufende Ringnut (35) ausgebildet ist.

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringnut (35) in einer Radialebene der Längsachse (19) des Ventilgliedes (7) verläuft.

3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß an der zwischen dem Ventilgliedschaft (107) und der Ringnut (35) ausgebildeten Konusfläche wenigstens eine Längsnut (42) angeordnet ist, die den Ventilgliedschaft (107) mit der Ringnut (35) verbindet.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Längsnut (42) zumindest annähernd parallel zu den Mantellinien der ersten Konusfläche (30) verläuft.

5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Längsnuten (42) vorhanden sind, die gleichmäßig über den Umfang des Ventilgliedes (7) verteilt sind.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Konuswinkel (γ) des Ventilsitzes (23) 55 bis 65 Grad, beträgt, vorzugsweise etwa 60 Grad.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der Konuswinkel von erster konischer Fläche (30) und Ventilsitz (23) weniger als 1,5 Grad beträgt, vorzugsweise 0,5 bis 1,0 Grad.

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der Konuswinkel von zweiter konischer Fläche (32) und Ventilsitz (23) weniger als 1 Grad beträgt, vorzugsweise 0,5 bis 0,7 Grad.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

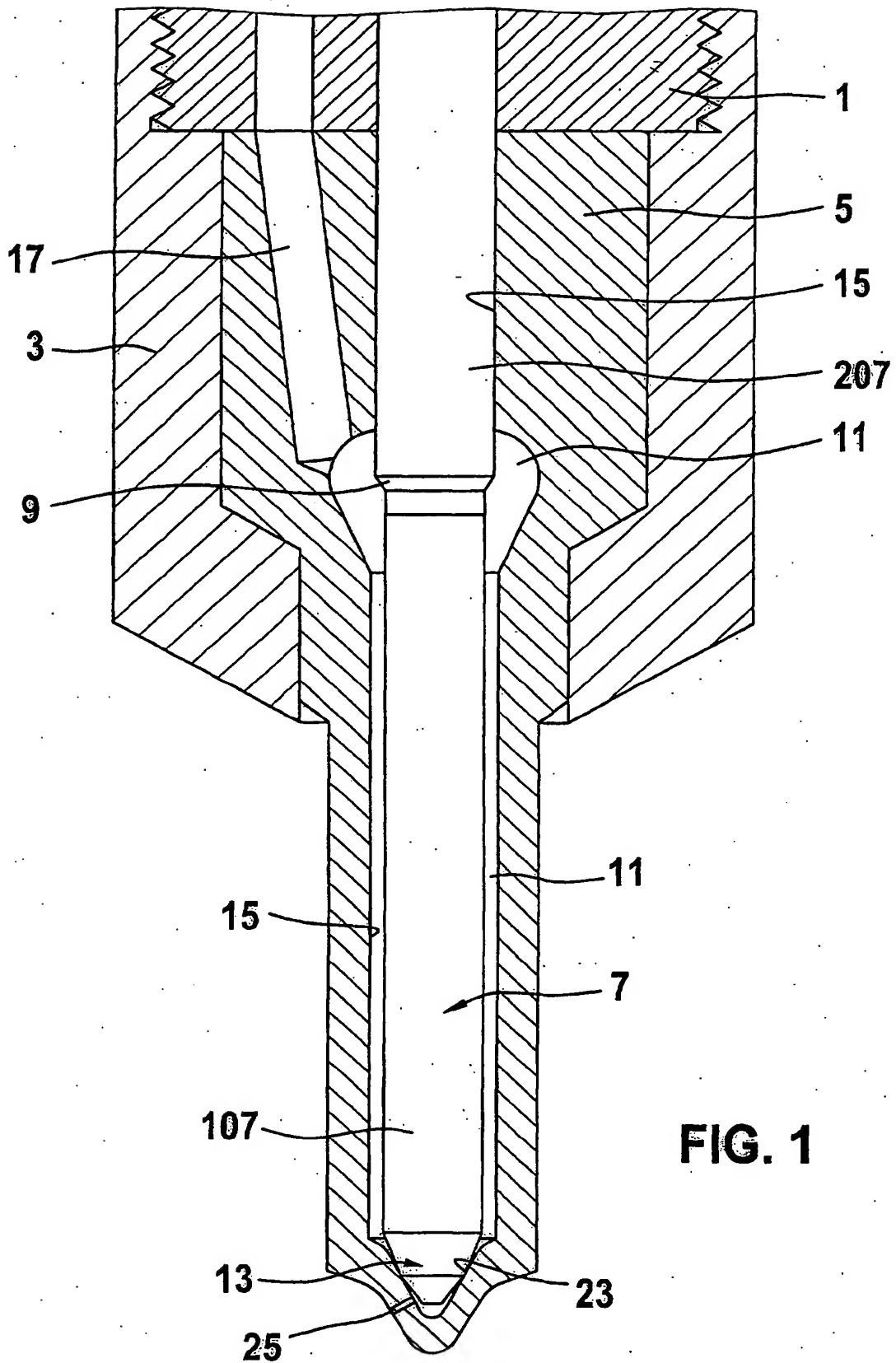
45

50

55

60

65



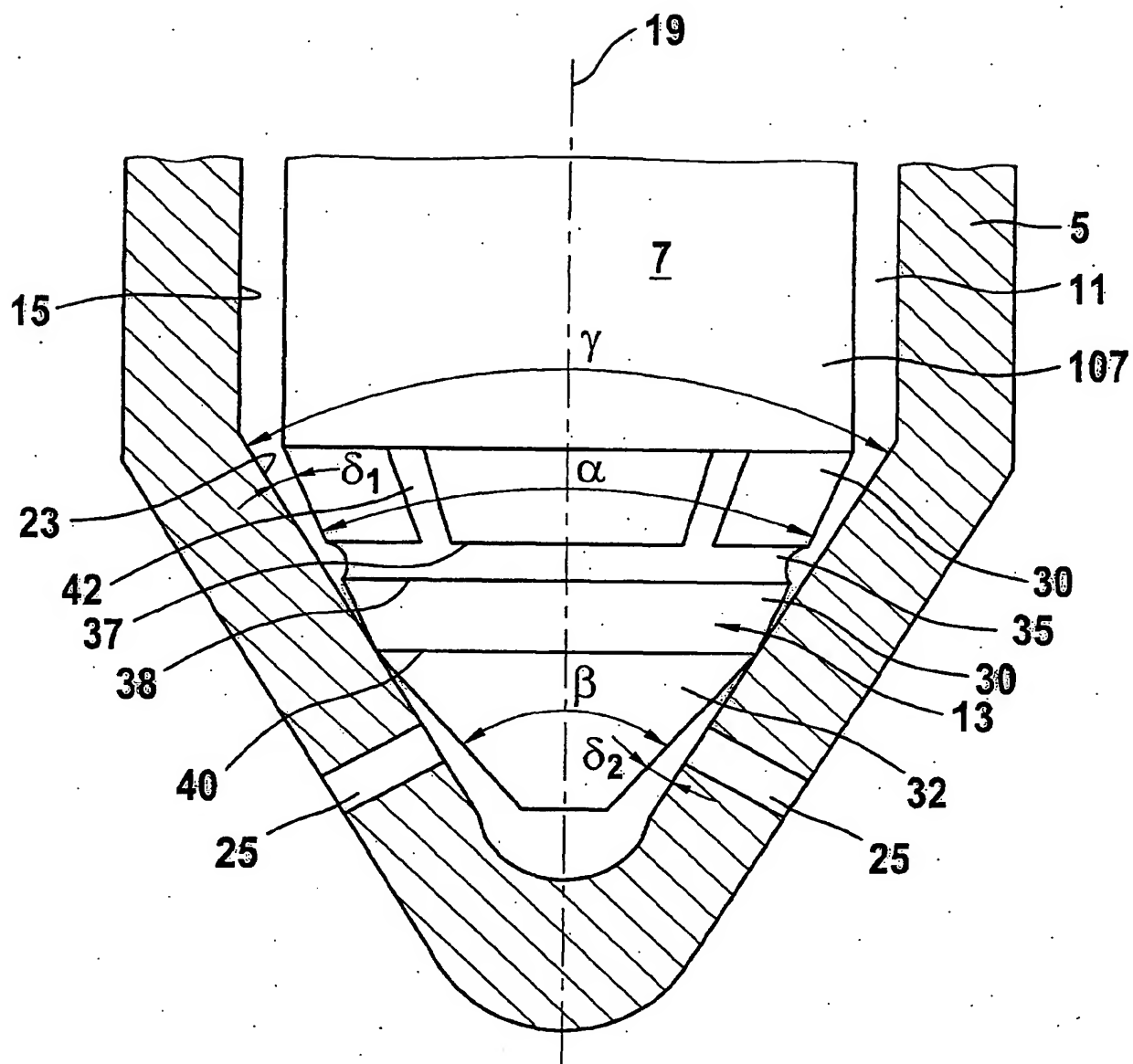


FIG. 2